



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

NATALIA MARIA DINIZ PEREIRA ALMEIDA

**OBTENÇÃO DE BIOMASSA DE BABOSA PARA
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

PAU DOS FERROS – RN

2018

NATALIA MARIA DINIZ PEREIRA ALMEIDA

**OBTENÇÃO DE BIOMASSA DE BABOSA PARA
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Kytéria Sabina Lopes de Figueredo.

Coorientadora: Prof. Dr.^a. Sanderlir Silva Dias.

PAU DOS FERROS – RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A447o Almeida, Natália Maria Diniz Pereira.
Obtenção de Biomassa de Babosa para Produção de Biodiesel / Natália Maria Diniz Pereira Almeida. - 2018.
48 f. : il.

Orientadora: Kytéria Sabina Lopes de Figueredo.
Coorientadora: Sanderlir Silva Dias.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2018.

1. Biomassa. 2. Babosa. 3. Biodiesel. 4. Sustentabilidade. I. de Figueredo, Kytéria Sabina Lopes, orient. II. Dias, Sanderlir Silva, co-orient. III. Título.

NATALIA MARIA DINIZ PEREIRA ALMEIDA

**OBTENÇÃO DE BIOMASSA DE BABOSA PARA
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Monografia apresentada a
Universidade Federal Rural do
Semi-Árido – UFERSA, Campus de
Pau dos Ferros para obtenção do
título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

DATA DE APROVAÇÃO 16 / 04 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Kytéria Sabina Lopes de Figueiredo
Prof.^a. Dr.^a Kytéria Sabina Lopes de Figueiredo – UFERSA
Presidente

Márcio Cleivo de Moraes Souza
Prof. Me. Marcio Cleivo de Moraes Souza – IFRN
1º Membro

Marcelo Nascimento de Moraes
Marcelo Nascimento de Moraes – UFERSA
2º Membro

DEDICATÓRIA

Dedico a....

Meus pais, Francisco e Ângela, por todo amor e cuidado dedicados a mim, e por sempre estarem a meu lado, me apoiando e incentivando.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo dom da vida, e por me fortalecer diante de todos os desafios, me proporcionando calma, paciência e determinação para concluir todos os meus objetivos.

A minha querida Orientadora, Prof.^a Dra. KYTÉRIA SABINA LOPES DE FIGUEREDO, pela oportunidade, orientação, ensinamentos e disponibilidade de tempo na trajetória desse estudo.

A minha querida Coorientadora, Prof.^a Dra. SANDERLIR SILVA DIAS, por toda ajuda durante o decorrer do estudo e disposição do seu tempo.

Aos meus queridos pais, FRANCISCO DE ASSIS ALMEIDA e ÂNGELA MARIA DINIZ PEREIRA ALMEIDA, por todo amor, carinho e dedicação. Especialmente pelas palavras de incentivo e encorajamento.

As minhas irmãs NARA DINIZ PEREIRA ALMEIDA e NARJARA DINIZ PEREIRA ALMEIDA, pela cumplicidade, carinho e atenção.

A todos meus familiares, em especial a minha avó materna, SEBASTIANA DINIZ PEREIRA, minha inspiração de força e coragem, e a minha tia MARIA DAS GRAÇAS ALMEIDA, por todo o encorajamento e apoio durante o estudo.

Aos meus queridos amigos, TAILTON TELLES, GUSTAVO LEITE, BEATRIZ BARBOZA, ANA CAROLINA, EDITH DIÓGENES e JÉSSICA RAFAELA, minha família do coração que fiz durante o decorrer do curso e que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, bons e ruins, me entusiasmando e sendo pacientes principalmente durante todo o processo desse estudo.

Aos meus amigos de infância, IZAURA FERNANDES, MARIANA JALES e CARLOS JÚNIOR, que sempre torceram por mim.

Ao amigo ÉDEN MALVEIRA, por ter indicado o local da matéria-prima e por disponibilizar seu tempo me conduzindo até o local da colheita da Aloe Vera, sobre tudo por sua gentileza e bom humor para comigo.

Ao seu JOSIMAR e ARIAN, pela doação da matéria-prima, Aloe Vera, e sobre tudo pela simpatia e gentileza.

Ao Técnico de Laboratório, MARCELO MORAIS, por ceder parte de seu tempo me ajudando na preparação dos óleos até os testes dos biodieseis, sempre com bom humor e paciência

A UFERSA- campus Pau dos Ferros, por todos os ensinamentos e hospitalidade, e a todos que contribuíram, diretamente ou indiretamente, na realização desse estudo.

“Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas.”

Antoine de Saint-Exupér

RESUMO

A sociedade tem-se preocupado cada vez mais com as mudanças ambientais que o planeta tem sofrido, muitas dessas mudanças são decorrentes do aquecimento global, causado pela grande emissão de gases poluentes, originados de uma série de atividades humanas, e uma grande parte desses gases são oriundos da queima de combustíveis fósseis usados, principalmente, nas indústrias automobilísticas. Nesse contexto, os biocombustíveis surgem como alternativa aos combustíveis provenientes do petróleo, entre eles está o biodiesel, que é um combustível biodegradável, renovável e sucedâneo ao óleo diesel. O biodiesel pode ser obtido a partir de biomassas ricas em triacilglicerídeos de óleos vegetais, gorduras animais e óleos residuais. Nesse cenário, o Brasil por ter uma vasta extensão territorial, possui uma ampla variedade de espécies de óleos vegetais e esse estudo experimentou métodos de obtenção de biomassa da espécie Aloe Vera, popularmente conhecida como babosa, planta xerófita adaptada para sobrevivência em regiões áridas. Os óleos foram extraídos com óleo de soja comercial nas proporções de 25%, 50% e 75% nas condições de temperatura ambiente (Frio) e sob aquecimento de 60° C (Quente), e sintetizados em biodiesel por transesterificação étilica em meio básico. Os biodieseis produzidos de biomassa extraída a quente tiveram rendimentos superiores a 50%, o rendimento dos biodieseis obtidos da biomassa extraída a frio, tiveram também um bom rendimento, sendo do biodiesel BAF1 o maior percentual de rendimento. As análises físico químicas, realizadas dos biodieseis, apresentaram resultados dentro dos valores exigidos pela ANP, entre as análises estão o índice de acidez que variou de 0 a 0,128, o índice de saponificação, variando entre os valores de -7,0125 a 21,0375, além dos valores de pH e teste de combustão. Todos os resultados obtidos por esse estudo indicam a viabilidade ambiental e sustentável da obtenção de biodiesel utilizando biomassa de Aloe Vera.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa. Babosa. Biodiesel. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Society has radically changed the emissions of polluting gases, originating from a series of human activities, and a great part of these gases come from the burning of the military, mainly in the automobile industries. This context is biofuel emerges to alternative oil in the oil, between them is the biodiesel, that is one carbure biodegradable, renewable and solarly to the diesel. Biodiesel can be obtained from biomasses rich in triacylglycerides of vegetable oils, animal fats and residual oils. In this scenario, Brazil, through a territorial extension, has a variety of plant and vegetable species that try out the methods of extracting biomass from the Aloe Vera species, popularly known as slug, xrophytes plant adapted for survival in arid regions. The oils were extracted with commercial soybean oil in the proportions of 25%, 50% and 75% at room temperature conditions (Cold) and under heating at 60 ° C (Hot), and synthesized in biodiesel by basic transesterification in basic media. The biodiesel produced from hot-extracted biomass had yields higher than 50%, the yield of the biodiesel obtained from the biomass extracted in the cold, also had a good yield, being of the biodiesel BAF1 the highest percentage of yield. The physicochemical analyzes carried out on biodieses presented results within the values required by the ANP. The analyzes included the acidity index ranging from 0 to 0.128, the saponification index, ranging from -7.0125 to 21, 0375, besides the values of pH and combustion test. All the results obtained by this study indicate the environmental and sustainable viability of obtaining biodiesel using Aloe Vera biomass.

KEYWORDS: Biomass. Babosa. Biodiesel. Sustainability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proporções extração de babosa e óleo de soja.....	32
Tabela 2: Massa utilizada para determinação do índice de acidez	35
Tabela 3: Óleos extraídos método I.....	38
Tabela 4: Óleos extraídos método II.....	38
Tabela 5: Rendimento dos biodieseis biomassa extraída a quente	39
Tabela 6: Rendimento dos biodieseis biomassa extraída a frio.....	39
Tabela 7: Valores exigidos pela ANP	40
Tabela 8: Biodieseis extração quente.....	40
Tabela 9: Biodieseis extração frio	41
Tabela 10: Testes de combustão para os biodieseis	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Oferta interna de energia elétrica por fonte (%)	18
Figura 2: Distribuição de Materia-prima para obtenção de biodiesel no Brasil.....	21
Figura 3: Alcoólise da matéria-prima. "R"	23
Figura 4: Mecanismo da transesterificação em meio básico	24
Figura 5: Aloe e Vera.....	29
Figura 6: Local da coleta da Babosa.....	30
Figura 7: Folhas e Seiva da Babosa.....	31
Figura 8: Extração Quente do óleo.....	32
Figura 9: Extração a Frio do óleo.....	32
Figura 10: Sistema de refluxo em banho Maria.....	36
Figura 11: Sistema de refluxo em banho Maria.....	37
Figura 12: Obtenção dos biodieseis de Aloe Vera	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP – Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural

CNPE – Conselho Nacional de Produção Energética

Ia – Índice de acidez

INT – Instituto Nacional de Tecnologia

Is – Índice de saponificação

KOH – Hidróxido de Potássio

M_{bio} – Massa da amostra de biodiesel

MME – Ministério de Minas e Energia

M_{óleo} – Massa de óleo em gramas

N – Concentração de mol/L da solução de NaOH

NaOH – Hidróxido de Sódio

PNPB – Programa Nacional de Produção do Biodiesel

PRÓ-ALCOOL – Programa Nacional do Alcool

UFC – Universidade Federal do Ceará

V_{NaOH} – Volume de NaOH consumido na titulação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 GERAL	16
2.2 ESPECIFICOS.....	16
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3.1 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	17
3.2 HISTÓRICO DO BIODIESEL NO BRASIL.....	18
3.3 BIODIESEL.....	20
3.3.1 Matéria-Prima	20
3.3.1.1 Origem Vegetal.....	21
3.3.1.2 Origem Animal	21
3.3.1.3 Óleos Residuais	22
3.3.2 Processos de Obtenção de Biodiesel	22
3.3.2.1 Transesterificação	22
3.3.2.2 Esterificação	24
3.3.2.3 Hidroesterificação.....	24
3.3.3 Parâmetros de qualidade	25
3.4 BABOSA (ALOE VERA).....	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 COLETA.....	30
4.2 OBTENÇÃO DE BIOMASSA DA BABOSA.....	30
4.3 OBTENÇÃO DO ÓLEO DE BABOSA.....	31
4.4 OBTENÇÃO DE BIODIESEIS	33
4.5 CARACTERIZAÇÃO.....	34
4.5.1 Determinação do índice de acidez	34
4.5.2 Determinação do índice de saponificação	35
4.5.3 Determinação do pH.....	36
4.5.4 Teste de Combustão.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 OBTENÇÃO DOS ÓLEOS DE BABOSA.....	38

5.2	OBTENÇÃO DOS BIODIESEIS DE BABOSA	38
5.3	CARACTERIZAÇÃO DOS BIODIESEIS	40
6.	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade passou a ter uma maior preocupação com o meio ambiente, devido às mudanças ambientais que o planeta tem sofrido nas últimas décadas. Muitas dessas mudanças são provenientes do aquecimento global que é causado por emissões de gases poluentes, originados de uma série de atividades humanas. Uma grande parte desses gases lançados na atmosfera são oriundos da queima de combustíveis fósseis, combustíveis não renováveis, usados principalmente na indústria automobilística. (MACHADO NETO, 2011).

Como alternativa aos combustíveis fósseis surge os biocombustíveis, combustíveis derivados de biomassa renovável que podem substituir parcial ou totalmente os combustíveis derivados de petróleo e gás natural (ANP, 2017). Dentre os biocombustíveis encontra-se o biodiesel que é um tipo de biocombustível feito a partir de matéria-prima de origem animal ou vegetal. Segundo Parente (2003), o biodiesel é um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos.

No Brasil, segundo a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), em dezembro de 2004, o governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção do Biodiesel (PNPB), com o objetivo inicial de introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira. A mistura do biodiesel ao diesel iniciou-se no ano de 2004, a nível experimental. Entre os anos de 2005 a 2007, seu uso de 2% veio a ser voluntário, porém passou a ser obrigatório conforme o artigo 8 da Lei nº 11.097/2005 (BRASIL, 2005).

O Brasil apresenta uma ampla biodiversidade e potencialidade para o desenvolvimento energético, isso acontece porque o país possui um clima propício ao cultivo de diferentes plantas que podem ser usadas como matéria-prima para a produção de óleos vegetais (CHRISTOFF, 2006). Dentre as várias espécies de plantas no Brasil estão as do gênero Aloe. Existem mais de 300 espécies do gênero Aloe descritas na literatura.

A Aloe vera, popularmente chamada de babosa é uma planta bastante encontrada no semiárido brasileiro por ter um clima favorável ao seu cultivo. De acordo com Smith *et al.* (1998), Aloe vera são plantas Xerófitas (plantas de folhas suculentas) adaptadas para sobrevivência em regiões áridas.

Esse estudo analisou formas de obtenção de biomassa de Aloe vera visando à produção de biodiesel, e utilizou parâmetros físico-químicos para caracterizar os biodieseis obtidos, tendo em vista a sua comercialização como geração de renda para a população rural do semiárido.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Experimental e analisar diferentes métodos de obtenção de biomassa de Babosa para produção de biodiesel como uma alternativa econômica e sustentável para a população rural do semiárido brasileiro

2.2 ESPECIFICOS

- Extração de óleo de Babosa por diferentes métodos para produção de biodiesel;
- Analisar qual método se adéqua melhor na produção de biodiesel;
- Produzir o biodiesel da Babosa;
- Analisar as características físico-química do biodiesel produzido visando sua viabilidade para comercialização e sustentabilidade

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

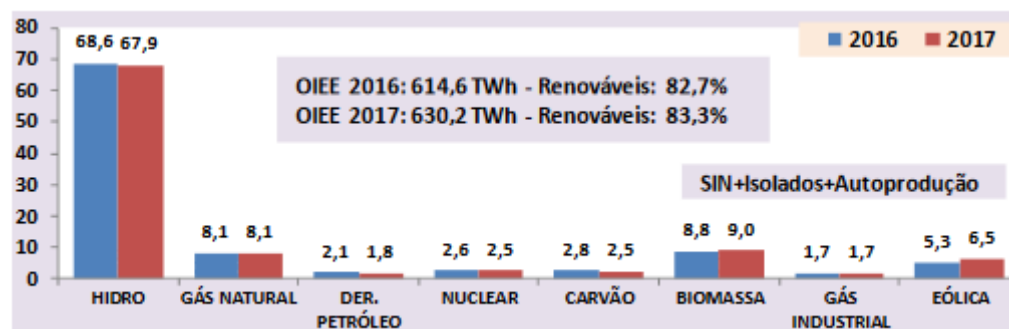
O conjunto de fontes de energia ofertado no país para captar, distribuir e utilizar energia nos setores comerciais, industriais e residenciais é denominado matriz energética. A matriz representa a quantidade de energia disponível em um país, e a origem dessa energia pode ser de fontes renováveis ou não renováveis (RIBEIRO, 2018).

A matriz energética mundial é composta, em sua maioria, por combustíveis fósseis como petróleo, carvão mineral e gás natural, fontes não renováveis. E devido ao gradual esgotamento das reservas de petróleo, e das consequências ambientais, em todo o mundo, tem-se discutido a respeito da necessidade de substituição da matriz energética baseada em combustíveis fósseis e fontes de energia não renováveis. A questão ambiental é prioritária nesse debate, contudo, a dependência do petróleo como fonte de energia também é uma das causas dessa preocupação (FERNANDO et al., 2006).

A matriz energética brasileira é constituída em sua maior parte por fontes de energia renováveis com 83% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar (MME, 2017). As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do país, são mais de mil usinas hidrelétricas no país, além das hidrelétricas, o Governo brasileiro incentiva, desde a década de 1970, a produção e utilização do etanol (combustível obtido principalmente da cana-de-açúcar), entre suas vantagens está o baixo preço, a reduzida emissão de gases poluentes na atmosfera e o alto potencial de exportação. Atualmente o etanol representa 15% dos combustíveis usados em motores à combustão.

Uma tendência recente do Brasil é o investimento em energia eólica, produzida a partir da força do vento por meio dos aerogeradores instalados em parques eólicos. Entretanto para promover o aumento das fontes renováveis na matriz energética brasileira, o governo brasileiro regulamentou em lei que o biodiesel precisa ser misturado ao diesel. A participação do biodiesel na matriz energética brasileira, atualmente ainda é baixo, No entanto, o Ministério de Minas e Energia prevê que este número suba até 2030 (MME, 2017). Assim, o etanol e biodiesel juntos fortalecem a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional e a imagem do Brasil como país que valoriza a diversidade de fontes energéticas e renováveis.

Figura 1: Oferta interna de energia elétrica por fonte (%)



Fonte: Ministério de Minas e Energia – MME, 2017.

A figura 1 apresenta a Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) de 2017 estimada em 630, 2TWh, mostrando aumento de 2,6% sobre 2016. As fontes renováveis devem manter a participação próxima de 83% na OIEE, a produção de biodiesel manteve aproximadamente o mesmo percentual de 9% entretanto para 2018 a produção deverá reverter esse percentual em razão do aumento de 7% para 8% na mistura com o diesel fóssil, em 2017.

3.2 HISTÓRICO DO BIODIESEL NO BRASIL

No Brasil, desde a década de 20, o Instituto Nacional de Tecnologia – INT já estudava e testava combustíveis alternativos e renováveis. Nos anos 60, as Indústrias Matarazzo buscavam produzir óleos através do grão de café. Para lavar o café de forma a retirar suas impurezas, imprópria para o consumo humano foi usado o álcool da cana-de-açúcar. A reação entre o álcool e o óleo de café resultou na liberação de glicerina, redundando em éster etílico, produto que hoje é chamado de biodiesel (PRESTES, 2007).

Porém, o primeiro biocombustível a ser utilizado no Brasil foi o etanol, quando o governo brasileiro implementou o Programa Nacional do álcool (Pró-Álcool), na década de 1970 em uma tentativa de resposta às duas crises mundiais do petróleo da mesma época, as quais causaram uma explosão dos preços nos mercados internacionais. Assim nas décadas de 1980 e 1990, quando ocorreu certa estabilidade dos preços do petróleo, e elevação dos preços do açúcar no mercado internacional, o programa do Pró-Álcool perdeu importância no cenário energético do país (PARENTE, 2003; MATTEI, 2010).

Quanto ao biodiesel, entre os anos de 1978 ao início de 1980 foi concebido na Universidade Federal do Ceará (UFC), um sucedâneo vegetal para o óleo diesel do petróleo, que na época foi denominado de PRODIESEL (PARENTE, 2003). Ainda segundo Parente, 2003, no dia 30 de outubro de 1980, na cidade de Fortaleza- CE foi feito o lançamento

nacional da descoberta do Prodieisel, onde esteve presente o governador do estado do Ceará e Presidente da República, da época. O biodiesel nordestino não recebeu a devida atenção, sobretudo devido à ênfase que se dava ao embrionário PRÓ-ÁLCOOL (SILVA, 2013, apud, FONTANA, 2010).

Depois de alguns anos, em decorrência de diversos estudos e pesquisas, o Governo Federal criou, em 2002, o Programa Brasileiro de Biocombustíveis (Probieisel), em linhas gerais, esse programa tinha como objetivos reduzir a dependência do petróleo, expandir os mercados das oleaginosas, impulsionar a demanda por combustível alternativos, e reduzir a emissão de gases poluentes visando atender as regras do protocolo de Kyoto. O Prodieisel sofreu diversas reformulações, sendo renomeado como Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), em 2004 (MATTEI, 2010).

Com a criação do PNPB, de acordo com a Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural (ANP), o governo lançou o programa com objetivo de introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira. A mistura ao diesel fóssil teve início em 2004, em caráter experimental e, entre 2005 e 2007, no teor de 2%, a comercialização passou a ser voluntária. Ainda de acordo com a ANP, a obrigatoriedade veio no artigo 2º da Lei nº 11.097, de 13 de Janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nº9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências (BRASIL, 2005).

Mas essa obrigatoriedade de 2% (B2) só entrou em vigor em 2008 em todo território nacional. Atualmente, segundo o ministério de minas e energia, são adicionados 7% (B7) de biodiesel ao óleo diesel comercializado a qualquer consumidor, em todo território brasileiro.

Essa elevação do percentual do biodiesel ao diesel se deu, de acordo com o ministério de minas e energia, com a Lei nº 13.263, de março de 2016, que altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional (BRASIL, 2016).

Ainda de acordo com o ministério de minas e energia, a proposta estabelece alta para 8% (B8) em até um ano após a sanção da lei; para 9% (B9) até dois anos depois, e 10% (B10) no período de três anos. A norma ainda autoriza o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) a elevar a mistura obrigatória para 15%, caso testes validem a utilização dessa mistura em veículos e motores (MME, 2017).

3.3 BIODIESEL

Biodiesel é um combustível, renovável, biodegradável, e ambientalmente correto, sucedâneo ao óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, respectivamente. Atualmente pode ser produzido a partir de matérias-primas, tais como óleos vegetais, gorduras animais e óleos residuais (LORA e VENTURINI, 2012; PARENTE, 2003).

A possibilidade do uso de óleos vegetais como combustível foi reconhecida desde o desenvolvimento dos primeiros motores a diesel, mas isso é limitado pela alta viscosidade, baixa volatilidade e caráter poliinsaturado do óleo (BAO & SHI, 2007; FERRARI et. al., 2005). Rudolph Diesel em 1900, apresentou uma patente de motor na Exposição Universal de Paris, tendo como combustível óleo de amendoim, cultura bastante difundida nas colônias francesas na África. No entanto, a abundância na oferta de petróleo na época e o seu preço acessível favoreceram a utilização dos derivados de petróleo nos motores de combustão (SILVA, 2013 *apud*, MACHADO NETO, 2011).

No Brasil, a definição de biodiesel encontra-se disposta no Decreto Presidencial nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, que de acordo com o artigo 1º: "combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil" (BRASIL, 2004).

Quimicamente trata-se de uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos obtidos principalmente a partir da conversão dos triacilglicerídeos constituintes de óleos e gorduras em ésteres (PRADOS, 2010). O biodiesel apresenta ainda uma série de vantagens como combustível em relação a combustíveis derivados do petróleo, como: ser livre de enxofre e compostos aromáticos, alto número de cetano, médio teor de oxigênio, maior ponto de fulgor, menor emissão de partículas, menor toxicidade em comparação ao diesel de origem fóssil, além de ser biodegradável, entre outras vantagens (GERGIANNI et al, 2008).

3.3.1 Matéria-Prima

O biodiesel pode ser produzido a partir de qualquer óleo que se enquadre na categoria de óleos fixos ou triacilglicerídicos, tanto óleos como gorduras de animais

possuem estrutura química semelhante (PARENTE, 2003). No Brasil o biodiesel pode ser produzido a partir de oleaginosas, gordura animal e óleos residuais.

3.3.1.1 Origem Vegetal

Todos os óleos vegetais, enquadrados na categoria de óleos fixos ou triglicerídicos, podem ser transformados em biodiesel. Dessa forma, poderiam constituir matéria-prima para produção de biodiesel os óleos do grão de amendoim, polpa do dendê, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, baga de mamona, semente de colza, semente de maracujá, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de linhaça, semente de tomate, entre muitos outros vegetais. (PARENTE, 2003).

As alternativas para obtenção de óleos vegetais como matéria-prima para produção de biodiesel são diversas e dependem das espécies cultivadas em cada região do Brasil (figura 2). Atualmente, apenas a soja é cultivada em escala suficiente para a produção comercial do biodiesel (BELTRÃO e OLIVEIRA, 2008).

Figura 2: Distribuição de Matéria-prima para obtenção de biodiesel no Brasil



Fonte: Santos, 2010

3.3.1.2 Origem Animal

Os óleos e gorduras de animais possuem estruturas químicas semelhantes as dos óleos vegetais, sendo moléculas triglicerídicas de ácidos graxos. As diferenças estão nos tipos e distribuições dos ácidos graxos combinados com o glicerol. As gorduras

provenientes de abate de animais são um atrativo econômico, pois a grande quantidade de resíduos gordurosos produzida implica baixo custo e disponibilidade imediata da matéria-prima em áreas agroindustriais, além disso, o uso de gorduras animais colabora para a redução de impactos ambientais, evitando o destino impróprio dos resíduos que não são processados e descartados corretamente. (PARENTE, 2003)

Entre as gorduras animais, destacam-se o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco. São surpreendentes os volumes ofertados de sebo de animais, especialmente de bovinos, nos países produtores de carnes e couros, como o Brasil. Tais matérias primas são ofertadas, em quantidade substantivas, pelos costumes e abatedouros de médio e grande porte (LIMA, 2005).

3.3.1.3 Óleos Residuais

Além dos óleos e gorduras virgens, constituem também matéria-prima para a produção de biodiesel, os óleos de gorduras residuais, resultantes do processamento domésticos, comercial e industriais. As possíveis fontes de óleos e gorduras residuais são: as lanchonetes e as cozinhas industriais, comerciais e domésticos, onde são praticadas as frituras. As indústrias nas quais processam frituras de produtos alimentícios. Os esgotos municipais onde a nata sobrenadante é matéria graxa, possível de extraírem-se óleos e gorduras. Águas residuais de processos de certas indústrias alimentícias. (PARENTE, 2003).

O óleo de fritura utilizado é o material mais barato dentre as alternativas existentes para a produção de biodiesel, e sua utilização evita o custo de tratamento de resíduos (LORA e VENTURINI, 2012, *apud*, ESCOBAR *et al*, 2009).

Cada vez mais aumenta a procura por novas fontes de matérias-primas para a produção de biodiesel, o que possibilita estudos de forma a desenvolver o biocombustível de forma mais sustentável.

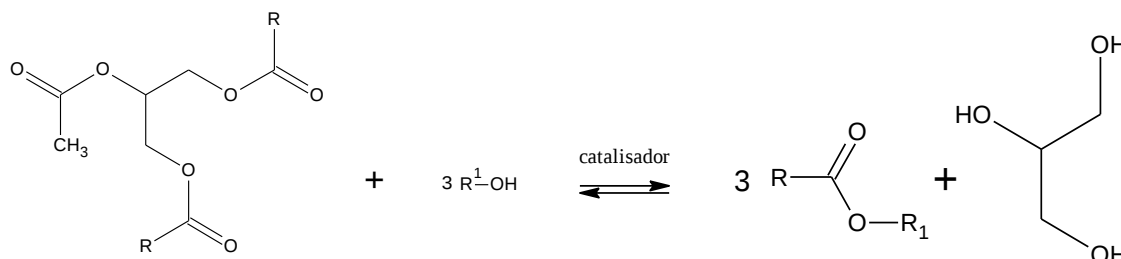
3.3.2 Processos de Obtenção de Biodiesel

3.3.2.1 Transesterificação

A reação de Transesterificação é a etapa da conversão, propriamente dita, do óleo ou gordura em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constitui o biodiesel. (PARENTE, 2003). Essa reação ocorre com um mol de triacilglicerol reagindo com três mols

de álcool (metanol ou etanol), com auxílio de um catalisador homogêneo, heterogêneo ou enzimático (figura 3) (KNOTHE, 2006). O metanol apresenta excelente reatividade e possui um menor preço comparado ao etanol, por isso é o mais utilizado (MILHOMEM, 2015).

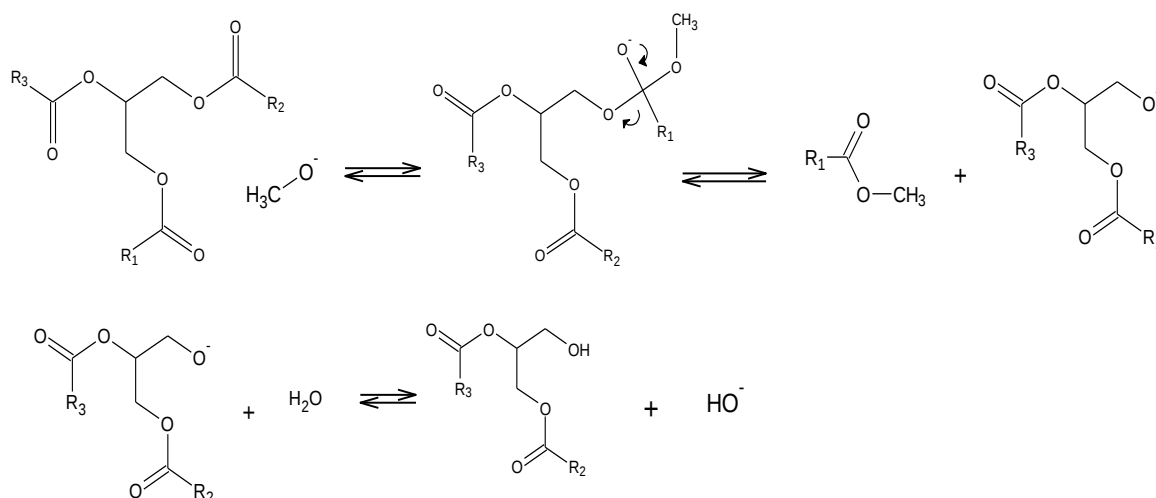
Figura 3: Alcoólise da matéria-prima. "R"



Fonte: Solomons, 2001

Quanto ao catalisador, utiliza-se bases fortes, tais como o hidróxido de sódio e hidróxido de potássio, sendo o último mais utilizado, por razão da eficiência durante o processo. O hidróxido de sódio ou de potássio é dissolvido no álcool utilizado como agente de transesterificação, essa reação gera alcóxido e água, e este hidrolisa os ésteres graxos, diminuindo assim o rendimento da alcoólise. Os íons alcóxidos, adicionados diretamente ao meio de reação ou produzidos, fazem um ataque nucleofílico no carbono da carbonila do triacilglicerol, levando a formação de um intermediário tetraédrico. Este intermediário elimina uma molécula de éster metílico e forma outro íon alcóxido que irá dar origem a um diacilglicerol. Com a repetição deste processo por mais duas etapas tem-se a formação do produto final dessa reação, o biodiesel, conta com uma mistura de éteres metílicos como produto desejado e o glicerol como sub-produto (RIBEIRO,2014) Figura 4.

Figura 4: Mecanismo da transesterificação em meio básico



O catalisador usado na reação de transesterificação pode ter caráter ácido, ou básico, ser heterogeneo o enzimático e isso define o mecanismo da reação.

3.3.2.2 Esterificação

A esterificação é uma reação de pré-tratamento dos óleos e gorduras para reduzir a saponificação. O processo utilizado para produzir o biodiesel é a transesterificação, porém a esterificação têm sido aplicada em combinação com a transesterificação para aproveitar os subprodutos, ácidos graxos ou matérias-primas de baixa qualidade para potencializar a produção de biodiesel (LORA, VENTURINI, 2012).

Ainda de acordo com Lora e Venturini, 2012, a reação de esterificação envolve a reação de um ácido graxo livre com um álcool graxo livre com um álcool (geralmente de baixo peso molecular) para produzir um alquil-éster (biodiesel) e água, esta reação é conhecida como esterificação de Fischer. Qualquer catalisador ácido pode ser usado.

Os catalisadores ácidos, tais como ácido sulfúrico, requerem temperaturas de reação mais baixas, por isso a reação se processa mais rápido com a utilização desses catalisadores. O ácido sulfúrico é utilizado como catalisador, mas ele também funciona como uma substância que absorve a água formada na reação garantindo um maior rendimento do processo (LORETO *et al*, 2006).

3.3.2.3 Hidroesterificação

O processo de hidroesterificação é uma interessante alternativa na produção de biodiesel, pois permite o uso de qualquer matéria-prima graxa independente da acidez e da umidade que possuem. Esse é um grande diferencial quando comparado ao processo convencional de transesterificação que gera, inevitavelmente, sabões afetando o rendimento do biodiesel e dificultando a separação biodiesel/glicerina (ENCARNAÇÃO, 2008; GOMES, 2009).

A hidroesterificação é um processo que envolve duas etapas consecutivas: A hidrólise e a esterificação. A primeira etapa consiste numa reação química entre os triacilglicerídeos da gordura ou óleo vegetal e a água. Essa reação é uma pseudo-homogênea de primeira ordem reversível (SANTOS et al, 2015).

Após a hidrólise, os ácidos graxos gerados, são esterificados com metanol ou etanol, obtendo-se o metil ou etil éster com elevada pureza. O glicerol não sofre qualquer alteração por parte de interação com o metanol ou com o biodiesel. A glicerina obtida é mais pura que a glicerina advinda do processo de transesterificação. A esterificação gera então o biodiesel e como subproduto a água, que pode ser reutilizada pelo processo de hidrólise, fechando o ciclo (GOMES, 2009).

3.3.3 Parâmetros de qualidade

Pinho e Suarez, 2017, cita que a ANP é o órgão responsável pela regulamentação do biodiesel no Brasil e através da resolução nº 45/2014, descreve 24 parâmetros de qualidade a serem atendidos pelo biodiesel para que esse possa ser comercializado sem que gere problemas aos veículos movidos a óleo diesel.

O quadro abaixo apresenta a resolução nº 45/2014 da ANP que determina os parâmetros básicos para especificação do biodiesel.

Quadro 1: Especificações do Biodiesel

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODO		
			ABNT NBR	ASTM D	EN/ISSO
Aspecto	-	LII (1)	-	-	-
Massa específica a 20° C	kg/m ³	850 a 900	7148 14065	1298 4052	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Viscosidade Cinemática a	mm ² /s	3,0 a 6,0	10441	445	EN ISO

40°C					3104
Teor de água, máx.	mg/kg	200,0 (2)	-	6304	EN ISO 12937
Contaminação Total, máx.	mg/kg	24	-	-	EN ISO 12662 NBR 15995
Ponto de fulgor, mín. (3)	°C	100,0	14598	93	EN ISO 3679
Teor de éster, mín	% massa	96,5	15764	-	EN 14103
Cinzas sulfatadas, máx.	% massa	0,020	6294	874	EN ISO 3987
Enxofre total, máx.	mg/kg	10	15867	5453	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Sódio + Potássio, máx.	mg/kg	5	15554 15555 15553 15556	-	EN 14108 EN 14109 EN 14538
Cálcio + Magnésio, máx.	mg/kg	5	15553 15556	-	EN 14538
Fósforo, máx.	mg/kg	10	15553	4951	EN 14107 EN 16294
Corrosividade ao cobre, 3h a 50 °C, máx.	-	1	14359	130	EN ISO 2160
Número Cetano (4)	-	Anotar	-	613 6890 (5)	EN ISO 5165
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	(6)	14747	6371	EN 116
Índice de acidez, máx.	mg KOH/g	0,50	14448 -	664 -	EN 14104 (7)
Glicerol livre, máx.	% massa	0,02	15341 (7) 15771 - -	6584 (7) -	EN 14105 (8) EN 14106 (7)
Glicerol total, máx. (8)	% massa	0,25	15344 15908	6584 (7) -	EN 14105 (7)
Monoacilglicerol, máx.	% massa	0,7	15342 (7) 15344 15908	6584 (7)	EN 14105 (7)
Diacilglicerol, máx.	% massa	0,20	15342 (7) 15344 15908	6584 (7)	EN 14105 (7)
Triacilglicerol, máx.	% massa	0,20	15342 (7)	6584 (7)	EN 14105

			15344 15908		(7)
Metanol e/ou Etanol, máx.	% massa	0,20	15343	-	EN 14110 (7)
Índice de Iodo	g/100g	Anotar	-	-	EN 14111 (7)
Estabilidade à oxidação a 110°C, mín. (9)	h	6 (10)	-	-	EN 14112 EN 15751 (7)

Fonte: Resolução ANP nº 45 de 2014

Nota:

- (1) Límpido e isento de impurezas, com anotação da temperatura de ensaio.
- (2) Para efeito de fiscalização nas autuações por não conformidade, será admitida variação de +150 mg/kg no limite da característica teor de água no biodiesel no distribuidor.
- (3) Quando a análise de ponto de fulgor resultar em valor superior a 130°C, fica dispensada a análise de teor de metanol ou etanol.
- (4) Estas características devem ser analisadas em conjunto com as demais constantes da Tabela de Especificação a cada trimestre civil. Os resultados devem ser enviados à ANP pelo Produtor de biodiesel, tomando uma amostra do biodiesel comercializado no trimestre e, em caso de neste período haver mudança de tipo de material graxo, o Produtor deverá analisar número de amostras correspondente ao número de tipos de materiais graxos utilizados.
- (5) O método ASTM D6890 poderá ser utilizado como método alternativo para determinação do número de cetano.
- (6) Limites conforme Tabela II. Para os estados não contemplados na tabela o ponto de entupimento a frio permanecerá 19°C.
- (7) Os métodos referenciados demandam validação para os materiais graxos não previstos no método e rota de produção etílica.
- (8) Poderá ser determinado pelos métodos ABNT NBR 15908, ABNT NBR 15344, ASTM D6584 ou EN14105, sendo aplicável o limite de 0,25% em massa. Para biodiesel oriundo de material graxo predominantemente láurico, deve ser utilizado método ABNT NBR 15908 ou ABNT NBR 15344, sendo aplicável o limite de 0,30% em massa.
- (9) O limite estabelecido deverá ser atendido em toda a cadeia de abastecimento do combustível.
- (10) A estabilidade à oxidação a 110 °C terá seu limite mínimo de 8 horas, caso o teor obrigatório de biodiesel a ser adicionado ao óleo diesel seja igual ou superior a 7%, em volume.

E ainda de acordo com Parente, 2003, para determinação da qualidade do biodiesel, também deve ser levado em conta fatores físico-químico, entre eles: viscosidade, densidade, ponto de fulgor, tensão superficial, poder calorífico e índice de cetano.

3.4 BABOSA (ALOE VERA)

A *Aloe Vera*, popularmente conhecida como babosa (figura5), é uma planta africana pertencentes a família das liliáceas e do gênero *Aloe*, a qual pertencem mais de 300 espécies, muitas delas utilizadas em muitos países, inclusive no Brasil, para fins medicinais e

cosméticos. Dentre as espécies existentes as mais conhecidas são: *Aloe socotrina* e, *Aloe arborescens*, *Aloe chinensis*, *Aloe ferox* e *Aloe Vera* (BACH e LOPES, 2007).

A denominação '*Aloe*' deriva do grego, *alóe*, do árabe, *alloeh* e do hebraico, *halal*, apresentando o mesmo significado nos três casos, que corresponde à “substância amarga e brilhante”, enquanto que *vera* significa verdadeiro. O interior das folhas da *Aloe Vera* é constituído um tecido parenquimático rico em polissacarídeos, que lhe confere uma consistência viscosa (baba), de onde surgiu o nome babosa (BACH e LOPES, 2007; PARENTE *et al*, 2013).

Todas as espécies do gênero *Aloe* são xerófitas, adaptadas fisiologicamente e estruturalmente para sobreviver em climas áridos. Como são nativas do norte da África, habitam os desertos e estepes africanos, e adotam forma de cacto (PARENTE *et al*, 2013; SILVA, 2011, *apud*, CHOW *et al* 2005; RODRIGUEZ-GARCIA *et al*, 2006; NEWTON, 2004).

É também uma planta perene, cujo tronco com um metro ou um pouco mais sustenta um tipo de bulbo que desabrocha cerca de cinquenta folhas suculentas, carnudas, cerosas, de cor verde, com margem serrada e levemente espinhosa, com o formato de lanças que crescem numa formação de rosetas. Suas folhas podem crescer até 75 cm e a pesar 2,3 kg (PARENTE, *et al*, 2013, *apud*, YATES, 2006; NASCIMENTO, 2006).

O interior de suas folhas é constituído de um tecido parenquimático rico de polissacarídeos (mucilagem). Nessa mucilagem ou gel encontram-se seus principais princípios ativos, que são constituídos de tecidos orgânicos, enzimas, vitaminas, sais minerais, aminoácidos, dentre os quais 18 são importantíssimos para o homem (BACH e LOPES, 2007). Ela se propaga por meio de sementes ou mudas produzidas a partir do broto e do talo, como são plantas de clima seco e clima quente, não tolera solos encharcados (EMBRAPA, 2006).

Figura 5: Babosa (Aloe Vera)



Fonte: Autores,2018.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desse estudo compreende a coleta da matéria prima, obtenção de biomassa da babosa, extração de óleo de babosa, obtenção de biodiesel e caracterização.

4.1 COLETA

A matéria prima desse estudo foi coletada direto no seu habitat, na zona rural da cidade de Pau dos Ferros, conforme a figura 6. Logo após procedeu-se a pesagem das folhas em balança convencional, tanto para a obtenção do valor aproximado do rendimento do líquido.

Figura 6: Local da coleta da Babosa



Fonte: Autores, 2018

4.2 OBTENÇÃO DE BIOMASSA DA BABOSA

Para a obtenção da biomassa, após a colheita, as folhas da babosa foram encaminhadas ao laboratório de Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA Campus de Pau dos Ferros. Em seguida foram descascadas e retirou-se a seiva das folhas, um gel incolor e viscoso. Depois a seiva foi colocada em um béquer e mediu-se a massa obtida ver

figura 7. Em seguida as amostras foram submetidas às filtrações, para a retirada do material orgânico em suspensão.

Figura 7: Folhas e Seiva da Babosa



Fonte: Autores, 2018

4.3 OBTENÇÃO DO ÓLEO DE BABOSA

A obtenção do óleo de babosa foi realizado de dois modos o tipo I; Modo aquecido (temperatura de 60°C) e o tipo II; Modo frio (temperatura ambiente). No entanto para extrair o óleo de babosa foi necessário preparar misturas com um outro óleo. E o óleo utilizado para esse processo, foi o óleo de soja refinado comercialmente e adquirido no supermercado da cidade de Pau dos Ferros – RN.

Para o modo de tipo I (figura 8), pesou-se proporções diferentes de extrato de babosa e adicionou-se as massas de óleo de soja proporcionais de acordo com a tabela 1. As misturas preparadas foram aquecidas por 30 min a uma temperatura de 60°C, depois filtradas e armazenadas em recipientes plásticos com tampa para atingir temperatura ambiente.

Tabela 1: Proporções extração de babosa e óleo de soja

PROPORÇÕES EXTRAÇÃO	BABOSA	SOJA
BA1	75%	25%
BA2	50%	50%
BA3	25%	75%

Fonte: Autores, 2018

Figura 8: Extração Quente do óleo



Fonte: Autores, 2018

No modo de extração tipo II (figura 9) as misturas de babosa e óleo de soja foram preparadas conforme as proporções da tabela 1 e em seguida acondicionadas em recipientes plásticos com tampa e embrulhadas com papel alumínio para evitar a exposição a luz, e ficaram armazenadas dessa forma durante 7 dias. Após o período de armazenamento as amostras foram filtradas e novamente armazenadas a temperatura ambiente.

Figura 9: Extração a Frio do óleo



Fonte: Autores, 2018

4.4 OBTENÇÃO DE BIODIESEIS

As misturas produzidas nos tipos I e II de extração e em diferentes proporções, foram sintetizadas via transesterificação por catálise básica para obtenção dos biodieses.

Para a reação de transesterificação, calculou-se o valor que seria necessário de álcool e catalizador equação 1. Esse cálculo foi realizado em função do óleo de soja utilizado no processo de extração do óleo de Aloe Vera. Valor segundo a literatura (PRADOS, 2011).

$$MM = \frac{(11,1\% \times (MC\ 16:O) + (3,1\%) \times MMC17) \times 3 + MM_{Glicerol}}{99\%} \quad (\text{Equação 1})$$

MM = 873,24 g/mol

288 ----- 873,24g

x ----- 140 g óleo

x = 46,g álcool

Cálculo % Catalizador KOH

140 g óleo ----- 100%

x ----- 2%

x = 2,8 g KOH

Para cada mistura repetiu-se os procedimentos a seguir; inicialmente preparou-se o alcóxido (mistura de álcool e catalisador) a partir da razão molar de 1:3 álcool/óleo foram utilizados 46 g/álcool etanol e 2,8 g de KOH como catalisador após a solubilização por completo da mistura adicionou-se 140 g do óleo extraído essa mistura permaneceu sob

agitação magnética e sobre uma chapa aquecedora a uma temperatura de 60°C por 2 horas (PRADOS,2011).

Após o prazo de 2 horas, transferiu-se a mistura para um funil de separação de 250 mL. Permanecendo em repouso por 24 horas. Foi possível evidenciar a formação de fases distintas, sendo o biodiesel, e a outra glicerol. As fases foram separadas e armazenadas em recipientes distintos para estudo e caracterização.

4.5 CARACTERIZAÇÃO

4.5.1 Determinação do índice de acidez

O índice de acidez utilizado foi definido de acordo com o método oficial AOCS (1997). Preparou-se, antecipadamente, uma solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ conforme padronizada. A tabela 2 apresenta a massa de acordo índice de acidez previsto para cada óleo comercial. Pesou-se cada óleo em erlenmeyer de 250ml, adicionou-se a este 50ml de etanol anidro neutralizado com a solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹. Procedeu-se a agitação com leve aquecimento (abaixo de 100°C), buscando a máxima homogeneização da mistura. Adicionou-se então 2 gotas de fenolftaleína 1% e titulou-se com solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ até a coloração rósea. Foi anotado o volume que foi aplicado na equação 2 para obtenção do valor de índice de acidez de cada óleo (I.A).

$$Ia = \frac{V_{NaOH} \times N \times 28,2}{m_{\text{óleo}}} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que

Ia = índice de acidez

V_{NaOH} = Volume de NaOH consumido na titulação (mL)

N = concentração de mol/L da solução de NaOH

M_{óleo} = massa de óleo em gramas

Tabela 2: Massa utilizada para determinação do índice de acidez

Óleo	Massa (g)
Soja	56,4

Fonte: Prados, 2011.

4.5.2 Determinação do índice de saponificação

O índice de saponificação, foi determinado a partir do método (AOCS, 1993), este procedimento é aplicado a todos os óleos e gorduras estudados, expressados em quantidades de miligramas de KOH necessário para saponificar um grama de amostra. Primeiramente preparou-se uma solução alcóolica de KOH, aproximadamente $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$, pela dissolução de 30g de KOH P.A e 20 mL de água, completando-se o volume de 1 L com etanol anidro. Deixou-se a solução em repouso por 24 horas antes de decantar e filtrar. Titulou-se alíquotas de 25 mL desta solução com ácido clorídrico $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$, previamente padronizado, utilizando fenolftaleína como indicador. Registrou-se o resultados da titulação como "*a*" mL. Pesou-se aproximadamente 2 g de cada óleo em um balão de destilação e adicionou-se 25 mL da solução alcóolica de KOH. Montou-se um condensador de refluxo (figura10) e aqueceu-se o frasco em banho-maria, durante 1 hora, com agitação ocasional. Com a solução ainda quente adicionou-se a fenolftaleína e titulou-se o hidróxido de potássio em excesso com ácido clorídrico $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$. Anotou-se o resultado como sendo "*b*" mL. Os valores dos índices de saponificação para cada biodiesel foi obtido a partir da equação 3:

$$Is = \frac{(a-b) \times 0,5 \times 56,1}{M_{bio}} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Is = Índice de saponificação

a = volume da solução de ácido clorídrico consumida na titulação da solução pura de hidróxido de potássio

b = volume da solução de ácido clorídrico consumida na titulação óleo em hidróxido de potássio

M_{bio} = massa da amostra de biodiesel em *M_{bio}*

Figura 10: Sistema de refluxo em banho Maria



Fonte: Autores, 2018

4.5.3 Determinação do pH

Para análise dos pHs dos biodieseis, foi utilizado a fita pH-Indikatorstäbchen nicht blutend pH 0-14 (Marca: Universalindikator MERCK MColorpHast™). As tiras de pH consistem num papel impregnado com um indicador ou uma mistura de indicadores, que aponta a escala de pH – do ácido ao básico – através de uma variedade de cores. Para determinação dos pHs dos biodieseis imergiu-se o papel indicador de pH dentro da amostra de biodiesel durante cerca de 3-5 segundos, em seguida retirou-se a tira da amostra, removendo o excesso de líquido e comparou-se a cor da tira com as cores da tabela presente na caixa para visualizar o resultado.

4.5.4 Teste de Combustão

Com o objetivo de analisar a eficiência dos biodieseis de babosa, realizou-se um simples teste de combustão, com o intuito de verificar o tempo de queima para cada biodiesel produzido. Para o procedimento experimental, utilizou-se 5 ml de cada biodiesel e algodão. O algodão foi imerso nos biodieseis e depositados em cadinhos, em seguida colocou a amostra para queimar (figura 11).

Figura 11: Sistema de refluxo em banho Maria



Fonte: Autores, 2018

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse tópico apresento os resultados e as discussões obtidos das biomassas e da caracterização físico-química dos biodieseis de Babosa.

5.1 OBTENÇÃO DOS ÓLEOS DE BABOSA

Utilizando os métodos de extração tipo I (quente) e tipo II (frio) evidenciou-se que a massa inicial de 200g de biomassa de Babosa, usada para obtenção do óleo não foi convertida 100%. Os dados apresentados nas tabelas 3 e 4 indicam que no método tipo I o aproveitamento médio foi de 76% e no método tipo II foi de aproximadamente 95%. Esse percentual de aproveitamento pode ser esperado uma vez que, no método tipo I durante o aquecimento parte da água contida na massa inicial (seiva da aloe vera) evaporou.

Tabela 3: Óleos extraídos da biomassa da Babosa pelo método I

Óleo	Massa inicial	Massa final
1	200g	161,7g
2	200g	123,2g
3	200g	172,5g

Fonte: Autores, 2018

Tabela 4: Óleos extraídos da biomassa da Babosa pelo método II

Óleo	Massa inicial	Massa final
1	200g	194,1g
2	200g	189,6g
3	200g	189,3g

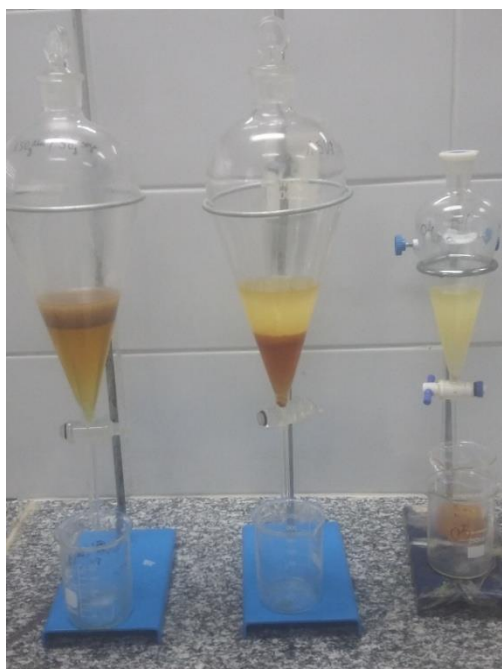
Fonte: Autores, 2018

5.2 OBTENÇÃO DOS BIODIESEIS DE BABOSA

Os óleos obtidos nas proporções BA1, BA2 e BA3 nos métodos de extração I e II foram submetidos à etapa de transesterificação. A rota de reação aplicada foi a catalise básica com hidróxido de potássio (KOH) e etanol (C₂H₆O). Após 2h sob agitação e aquecimento de 60° C

As amostras obtidas foram colocadas em funil de separação para proceder com a separação (figura 12) do produto de interesse o biodiesel e o subproduto o glicerol.

Figura 12: Obtenção dos biodieseis de Aloe Vera



Fonte: Autores, 2018

A separação de fases observada na figura 12 comprova que ocorreu a reação, a parte superior é o biodiesel, uma parte no meio é matéria saponificada e a parte inferior é o glicerol.

O rendimento da produção de biodiesel foi calculada de acordo com a massa de óleo extraído utilizada (140g) com a massa do ester obtida após a separação para cada amostra como apresenta as tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Rendimento dos biodieseis biomassa extraída a quente

Biodieseis	Rendimento (%)
BAQ1	65,95
BAQ2	54,00
BAQ3	68,83

Fonte: Autores, 2018

Tabela 6: Rendimento dos biodieseis biomassa extraída a frio

Biodiesel	Rendimento (%)
BAF1	80,00
BAF2	43,84
BAF3	30,26

Fonte: Autores, 2018

Nas tabelas 5 e 6, o rendimento da produção de biodiesel variou entre 30, 26 a 80%, e tendo a melhor condição de síntese o biodiesel BF1 obtido a partir da biomassa extraída a frio.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS BIODIESEIS

Os biodieseis produzidos a partir de diferentes biomassas da Babosa, após a reação de transesterificação, apresentaram características de acordo com a tabela 7. Foram submetidos às análises de índice de acidez, índice de saponificação e pH. Seguindo os valores exigidos pela ANP, Quanto ao índice de acidez.

Tabela 7: Valores exigidos pela ANP

Método					
Característica	Unidade	Limite	ABNT NBR	ASTMD	EM/ISO
Índice de Acidez	mg KOH/g	0,50	14448	664	EN 14104 (5)

Fonte: ANP

Os biodieseis após a reação de transesterificação apresentaram pH entre 10 e 14 respectivamente. Foram submetidos à análises físico-químicas de índice de acidez e saponificação, tabela 8 e 9 quanto ao índice de acidez todos se mantiveram dentro do exigido. Quanto ao índice de saponificação os biodieseis demonstraram valores esperados dos mencionado na literatura, com exceção das amostras BAQ1, BAF1,BAF2 que apresentaram valores negativos.

Tabela 8: Biodieseis extração quente

Parâmetros	BAQ1	BAQ2	BAQ3
Aspecto	Presença de matéria orgânica.	Presença de matéria orgânica	Presença de matéria orgânica
Índice de acidez mm²/s	0,0	0,0	0,074
Índice de saponificação mgKOHg⁻¹	-7,0125	14,025	21,0375
pH	14	12	10

Fonte: Autores, 2018

Tabela 9: Biodieseis extração a frio

Parâmetros	BAF1	BAF2	BAF3
Aspecto	Presença de matéria orgânica.	Presença de matéria orgânica	Presença de matéria orgânica
Índice de acidez mm²/s	0,0	0,0	0,128
Índice de saponificação mgKOHg⁻¹	-7,0125	-8,415	19,635
pH	14	14	10

Fonte: Autores, 2018

O teste de combustão para os biodieseis feitos a partir das diferentes biomassas de Babosa, extraídas a quente, exibiu o tempo de queima superior ao das amostras a frio, de acordo com a tabela 10. E tendo a amostra BAQ3 um tempo médio de 9 minutos e 50 segundos. A combustão das amostras apresentou uma fumaça transparente e uma chama clara. Isso mostra que a ausência de fuligem se dá pelo fato do biodiesel não possuir compostos aromáticos, os que provocam combustão incompleta. (RINALDI, *et al*, 2007).

As amostra BAF a frio, apresentaram uma resistência à combustão, com um tempo médio de 14 segundos de queima, para as três amostras, de acordo com a tabela 10. Isso pode ser esclarecido pela grande quantidade de água e matéria orgânica existente em cada amostra.

Tabela 10: Testes de combustão para os biodieseis

Biodiesel	Tempo de queima
BAQ1	00:19 min.
BAQ2	01:44 min.
BAQ3	09:50 min.
BAF1	00:02 min.
BAF2	00:30 min.
BAF3	00:10 min.

Fonte: Autores, 2018

6. CONCLUSÃO

De acordo com a matéria-prima utilizada, o biodiesel produzido terá diferentes características. A estrutura molecular do éster alquílico de ácido graxo formado pode variar de acordo com o tamanho da cadeia carbônica, número de insaturações, grupos ligados na cadeia, como as hidroxilas. E todas as vantagens do emprego do biodiesel em substituição ao diesel de origem fóssil são potencializadas utilizando uma matéria-prima limpa e sustentável.

A Babosa se mostra como uma matéria-prima promitente para a produção de biodiesel trata-se de uma planta abundante na região semiárida, de fácil cultivo e manejo. De ambiente seco e clima quente que não tolera solos encharcados, por ser uma planta do tipo suculenta armazena água em seu interior e por isso dispensa um número excessivo de regas e possui um ciclo de vida longo, o que possibilita o seu cultivo em grande escala no semiárido. Por ser economicamente viável, o cultivo da Babosa torna-se uma alternativa para a geração de renda dos agricultores locais, proporcionando a permanência nas suas comunidades, já que grandes partes dos moradores dessas regiões migram para os centros urbanos a procura de oportunidades de trabalho durante os períodos prolongados de estiagem.

A biomassa obtida da seiva armazenada nas folhas se adequou ao processo de transesterificação básica. O seu processo simples de extração não prova risco de poluição ao meio ambiente pois os resíduos gerados são de fácil decomposição e podem ser utilizados para ração animal ou como adubo. A biomassa de Babosa é uma fonte de óleo vegetal que não apresenta competitividade alimentícia, pois não é usualmente consumida.

As propriedades físico-químicas analisadas, quanto ao índice de acidez, índice de saponificação, análise de pH, teste de combustão, apontaram que a Aloe Vera é uma matéria-prima com grande potencial para produção de biodiesel, pois as amostras de biodieséis produzidas mostraram bom desempenho nos testes acima mencionados, se enquadrando dentro dos parâmetros exigidos para produção de biodiesel segundo ANP. Porém, a grande quantidade de matéria orgânica presente no óleo obtido da biomassa e a oxidação rápida das substâncias é um fator pertinente para os próximos estudos.

REFERÊNCIAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis Biodiesel. **Disponível em:** <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biodiesel>>. **Acesso em:** 28 Nov. 2017

BACH, Dionisio Bernardino; LOPES, Marcos Aurélio. Estudo da viabilidade econômica da babosa (Aloe Vera L.). **Ciência Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 4, p.1136-1144, 2007.

BAO, Z.; SHI, H.; Direct preparation of biodiesel from rapeseed oil leached by two-phase solvent extraction. **Bioresource Technology**. v. 99, p. 9025-9028, 2007.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas e seus Óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel**. (EMBRAPA – Documentos, 201) Campina Grande, 2008.

BRASIL.Lei.nº 11.097/2005, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm Acesso em 30 Nov. de 2017.

CHOW, J. T-N; WILLIAMSON, D. A.; YATES, K.M.; GOUX, W. J. Chemical Characterization of the Immunomodulating Polysaccharide of Aloe Vera. **Carbohydr. Research.**, V. 340, n. 6, p. 1131-1142, 2005.

CHRISTOFF, P. **Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial. Estudo de Caso: Guaratuba, litoral paranaense**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 82 f. 2006. Disponível em: <http://sistemas.institutoslactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/PauloChristoff.pdf> Acesso em 25 Nov.2017.

CORDEIRO, C. S; SILVA, F. R; WYPYCH, F. Catalisadores heterogêneos para a produção de monoésteres graxos (biodiesel). **Química Nova**. vol.34 no.3 São Paulo. 2011.

DA SILVA, M.S. **Craqueamento termocatalítico do óleo de Buriti (*Mauritia Flexuosa L.*), óleo de Palma (*Elaeis guineensis*) e sabões do óleo de Buriti (*Mauritia Flexuosa L.*)** 164f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Belém, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/4644> Acesso em 25 Nov.2017.

DE SOUZA, A. DE S. Biodiesel e óleos vegetais como alternativa na geração de energia elétrica: O exemplo de Rondônia. **Dôssiê: Energia Positiva para o Brasil**, p 44 – 51. Novembro de 2004. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br>>. Acesso em 01 Dez. de 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.embrapa.br/> Acesso em 27 de Nov. de 2017.

ENCARNAÇÃO, Ana Paula Gama. **Geração de Biodiesel Pelos Processos de Transesterificação e Hidroesterificação, Uma Avaliação Econômica**. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

ESCOBAR, J. C. P.; LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. J.; YAÑEZ, E. E.; CASTILLO, E. F.; ALMAZAN, O. **Biofuels: Environment, technology and food security**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (6 - 7): 1 275 -1 287, 2009.

FERNANDO, S.; HALL, C.; JHA, S. NO_x reduction from biodiesel fuels. **Energy and Fuels**, v. 20, n. 1, p. 376-382, 2006.

FERRARI, R. A.; et al. Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico- química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.

FONTANA, J. D. **Biodiesel: para leitores de 9 a 90 anos**. Curitiba: Ed. UFPR, 253 p. 2011.

FUKUDA, H.; KONDO, A.; NODA, H. Review: Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils. **Journal Of Bioscience And Bioengineering**, v. 92, n. 5, p. 405-416, 2001.

GERGIANNI, K.G.; KONTOMINAS, M.G.; TEGOU, E.; AVLONITIS, D.; GERGIS, V.; Biodiesel production: reaction and process parameters of alkali-catalyzed of waste frying oils. *Energy Fuels*, n. 5, v. 21, p. 3023-3027, 2008.

GOMES, Michelle Mendes da Rocha. **Produção de Biodiesel a Partir da Esterificação dos Ácidos Graxos Obtidos por Hidrólise de Óleo de Peixe**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

JÚNIOR, G.E.L. **Obtenção de diesel verde por Craqueamento Termocatalítico de óleo de Buriti (*Mauritia Flexuosa L.*) sobre materiais nanoestruturados do tipo LaSBA-15**. 116f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/17713> Acesso em 30 Nov. de 2017.

KNOTHE, G. Review: Analyzing Biodiesel: Standards and Other Methods. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 83, n. 10, p. 823-833, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/journal/11746> Acesso em: 28 Nov. 2017.

LIMA, Paulo César Ribeiro. **Biodiesel: Um novo combustível para o Brasil**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2005. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

LÔBO, I.P; FERREIRA, S.L.C; DA CRUZ, R.S. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. *Química Nova*, v. 32, n. 6, 1596-1608, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000600044> acesso em 27 de Nov. de 2017

LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. J. **Biocombustíveis**.1.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. v. 1.

LORETO, E.; GOODWIN JR., J. G.; BRUCE, D. A.; SUWANNAKARN, K.; LIU, Y.; LOPEZ, D. E. **The Catalysis of Biodiesel Synthesis**. *Catalysis*, 19(7-10):41-83, 2006.

MACHADO NETO, A. S. **Estudo da influência de blendas de óleo residual de frituras na viscosidade do biodiesel**. Monografia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2011.

MATTEI, Lauro. **Programa Nacional para Produção e uso do Biodiesel no Brasil: Trajetória, Situação Atual e Desafios**. 4. ed. Florianópolis: Documentos Técnicos-científicos, 2010.

MILHOMEM, L. V. **Obtenção e avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de buriti, e seu comportamento em misturas**. Monografia (Química Ambiental) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi- TO, 2015.

MME, Ministério de Minas e Energia. **Percentual de biodiesel**. 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/> Acesso em: 26 mar. 2018.

NASCIMENTO, L. C. Aloe vera. **Arte Méd Ampl**, São Paulo, V. 26, p. 38-42, 2006.

NEWTON, L. E. Aloes in habitat. In: Runolds, Tom. Aloes. The genus Aloe. 2004. CRC Pross 2004. In: Reynolds, Tom. **The genus Aloe**. 2004.

PARENTE, Expedito José de Sá. **Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. Disponível em: [http://www.xitizap.com/Livro Biodiesel.pdf](http://www.xitizap.com/Livro/Biodiesel.pdf) Acesso em: 03 Dez.2017

PINHO, D. M. M.; SUAREZ, P. A. Z.. Do óleo de Amendoim ao Biodiesel -: Histórico e Político Brasileiro para o Uso Energético de Óleos e Gorduras. **Revista Virtual de Química**, Brasília, v. 9, n. 1, p.1-13, jan. 2017.

PRADOS, C. P. **Determinação cromatográfica simultânea dos teores de ésteres totais, mono-, di- e triacilglicerídeos, glicerol livre e total em biodieseis metílicos ou etílicos**. Dissertação (Mestre em Química).Universidade Federal de Goiás, Goiânia- GO, 2011.

PRESTES, Isabele Augusta Ferreira. **Introdução do Biodiesel na Matriz Energética do Ceará**. Fortaleza, 2007.

RAMOS, L. P.; SILVA, F. R.; MANGRICH, A. S.; CORDEIRO, C. S. Tecnologias de Produção de Biodiesel. **Revista Virtual Química**, Vol 3, No. 5. 2011.

RIBEIRO, Amarolina. "O que é matriz energética?"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-matriz-energetica.htm>>. Acesso em 19 de abril de 2018.

RIBEIRO, I.H.S. **A produção de biodiesel de sebo como alternativa para consolidação da produção de biodiesel no estado do Tocantins**. Monografia (Química Ambiental) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi- TO, 2014.

RINALDI, R. et al. **Síntese de biodiesel: Uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral**. v.30, n. 5, p. 1374-1380, 2007.

RODRÍGUEZ-GARCÍA. R. et al. Growth, stomatal resistance, and transpiration of Aloe Vera under diferente soil water potentials. **Industrial Crops Products**. v.25. n. 2, p 123-128, 2006.

SANTOS, A. G. D. **Avaliação da estabilidade térmica e oxidativa do biodiesel de algodão, girassol, dendê e sebo bovino**. Dissertação (Mestre em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal- RN, 2010.

SANTOS, Letícia Karen dos et al. Estado da arte da aplicação do processo de hidroesterificação na produção de biodiesel a partir de matérias-primas de baixa qualidade. **Pincipia**, João Pessoa, v. 28, n. 18, p.179-190, dez. 2015.

SILVA, M; ESCAFURA, A; STANGE, A.R; JUNIOR; V. H. P. A produção de biodiesel por meio da Aloe Vera (Babosa). In: **SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT WORLD CONGRESS**, Cubatão. p. 337 - 339. 2014.

SILVA, Taline Pinheiro da. **Caracterização Química de Hemiceluloses do Parênquima de Aloe barbadensis Miller**. 2011. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SILVA, W. L. T. **Otimização E Avaliação Do Impacto Ambiental De Uma Unidade De Extração E Purificação De Óleo De Mamona**. Dissertação de Mestrado. Tecnologia Ambiental. Universidade de Santa Cruz do Sul Santa Cruz do Sul. 2013 Disponível em: <http://hdl.handle.net/11624/1522> Acesso em 30 Nov. de 2017.

Smith, G.F., Van Vyk, B.; Em: **“Vascular plant genera of the world”** v.3, p.130,1998.

SOLOMONS, T. W. G. , FRUHLE, C. B. , Química Orgânica, 7ª edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S. A ., Rio de Janeiro, 2001,p. 76-77.

Yates A. Yates **Garden Guide**. 42 ed. Sydney: Harper Collins; 2006.